

## 2011 年度 修士論文要旨

Alq<sub>3</sub> からのエネルギー移動を利用したランダムレーザー

関西学院大学大学院理工学研究科

物理学専攻 栗田研究室 岡本 大輝

【目的】550nm に発光ピークを持つレーザー色素 DCM に緑色（ピーク波長 525nm）の蛍光を持った材料である Alq（トリス（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム）を添加することで、Alq から DCM へのエネルギー移動により本来 440~550nm の励起光で強い発光を見せるはずの DCM が、その波長領域から大きくはずれた 355nm の励起光でも発光を見せることがすでに報告されている。今回私はこれを増幅媒質として用いたランダムレーザーについて研究した。

【ランダムレーザー】一般的なレーザーはポンピングにより増幅媒質が励起され反転分布状態になり、その媒質が誘導放出を引き起こす。そして 1 対の鏡からなる共振器によって閉じ込められた光が、増幅媒質中を何度も通ることで増幅され発振する。対して、ランダムレーザーは共振器を必要としない。増幅媒質に微粒子散乱体を混ぜることによって、それが共振器の役割をする。増幅媒質が励起光によって励起され、媒質が反転分布状態になる。自然放出によって生じた光は散乱体によって多重散乱されて閉じ込められ、増幅媒質中を何度も通ることで、その間に増幅され発振する。微粒子散乱体を含む増幅媒質を励起して発光スペクトルをとると、図 1 のような結果が得られる。下の曲線は、低い励起エネルギー、上の曲線は高い励起エネルギーで励起した時の発光スペクトルである。これから分かるように、閾値を超えたところから、カーブの頂付近にピークが現れる。これが、ランダムレーザーの発光スペクトル特性である。

【スペクトル特性】図 2 の励起スペクトルが示す通り、紫外領域の励起光に対して、ほとんど発光を示さないはずの DCM が、Alq を添加することで高い発光を示すことが、図 3 の発光スペクトルから確認できた。これは、Alq からのエネルギー移動が起こった結果であると言える。また、Alq と DCM の濃度比を調節することで、蛍光の発振波長を、ある程度コントロールできることも分かった。

## 【高密度エネルギーの励起光による発光スペクトル】

励起光をレンズで絞り、単位面積当たりのエネルギー密度を上昇させて、発光スペクトルを測定すると、図 4 に示すように、図 1 に似た発光スペクトルが得られた。散乱体なしの試料に比べ、散乱体を含む試料のスペクトルには、いくつものピークが現れていることが分かる。また、a) と c) を比べても分かるように、ピークが現れるためには、ある程度高いエネルギー密度の励起光によって、励起せねばならず、ピークの発生には閾値が存在すると言える。ランダムレーザーの発光スペクトルとの類似性、ならびに閾値が存在することから、図 4 の a) の結果は、ランダムレーザー発振ではないかと考えられる。

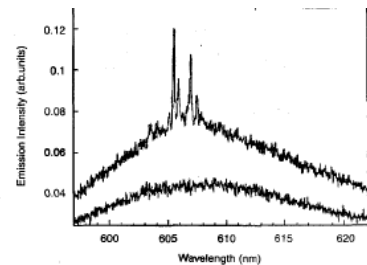


図 1 ランダムレーザーの発光スペクトル

「Mikhail A. Noginov, 「Solid-State Random Lasers」  
Springer Science + Business Media Inc (2005) 参照」

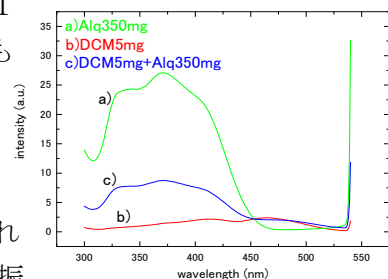


図 2 蛍光波長を550nmとした時の励起スペクトル

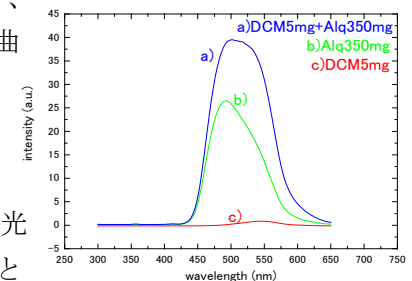


図 3 355nm の励起光による発光スペクトル

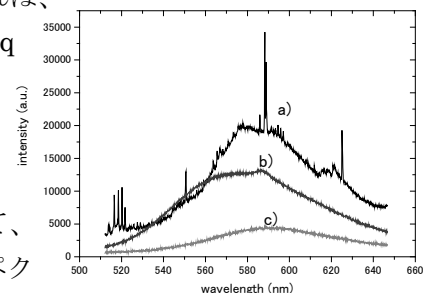


図 4 極小ビーム径の励起光による発光スペクトル

a) TiO<sub>2</sub>150mg(3.29×10<sup>3</sup>mJ/mm<sup>2</sup>)b) DCM5mg のみ(1.2mJ/mm<sup>2</sup>)c) TiO<sub>2</sub>150mg(0.51×10<sup>3</sup>mJ/mm<sup>2</sup>)